Plant Pathology Bulletin 17: 119-126, 2008

氮肥與化學藥劑對果樹褐根病菌之影響與田間病害防治

蔡志濃[1,2]　謝文瑞[1]　安寶貞[2,3]

[1] 台中市 國立中興大學 植物病理系
[2] 台中縣 行政院農業委員會農業試驗所
[3] 聯絡作者，電子郵件：pjann@wufeng.tari.gov.tw；傳眞：+886-4-2333-8162
接受日期：中華民國 97 年 3 月 6 日

摘　要

蔡志濃、謝文瑞、安寶貞. 2008. 氮肥與化學藥劑對果樹褐根病菌之影響與田間病害防治. 植病會刊 17: 119-126.

由 *Phellinus noxius* 引起之褐根病爲我國重要之木本植物病害，造成上百種植物立枯。爲尋求防治策略，本文首先探討不同氮肥種類對褐根病發病之影響，五種 2-3 年生果樹幼苗 (枇杷、柿子、梅、楊桃及梨) 施用四種不同之氮肥處理 (0.5 g/L 硫酸銨、0.5 g/L 台肥 5 號複合肥料、0.5 g/L 硝酸鈣及 1 g/L 尿素) ，結果顯示氮肥種類會影響人工接種果樹幼苗之病勢進展與發病率，然作物品種對發病率及病勢進展之影響更大。除枇杷外，施用尿素 ($(NH_4)_2CO_3$) 之處理的發病率最低；楊桃與梨幼苗施用尿素後均未發病；施用硝酸鈣 ($Ca(NO_3)_2$)、硫酸銨 ($(NH_4)_2SO_4$) 及 5 號複合肥料之處理的發病率相對較高，病勢進展亦較快；然無論何種氮肥處理，接種褐根病菌之枇杷幼苗在 3 個月內均會死亡，而柿樹在 6 個月內也全部死亡，顯示肥料只能略爲延緩感病作物之病勢進展。此外，探討淹水、尿素及化學藥劑對褐根病菌在植物病組織內之存活影響，將人工接種褐根病菌之枇杷枝條 (2-2.5 cm diam.) 埋於土中，結果顯示病菌在土壤淹水處理的情形下存活能力最差，存活能力低於 6 天；土壤添加 2 g/L 尿素處理者低於 10天，0.4 g/L 尿素處理者爲 2 個月；0.4-2.0 g/L 三泰芬可濕性粉劑 (5% triadimefon) 與撲克拉乳劑 (25% prochloraz) 在4 個月內亦可完全殺死枝條內的病菌；在添加 0.4 g/L 碳酸鈣的土壤中，其存活力不超過 10 個月；而對照處理在 2 年後仍可檢出活體病菌。進而於南投水里地區一發病的葡萄園進行病害田間防治試驗，結果以每株施用 10 g 三泰芬＋10 g 尿素＋10 g 碳酸鈣之處理 (60 株) 最好，處理後 2.5 年期間並無植株死亡，樹幹生育最佳；而施用 10 g 撲克拉＋10 g 尿素＋10 g 碳酸鈣之處理 (55 株) 亦甚佳，處理後 6 個月內有 2 株死亡 (死亡率 3.6%) 外，之後並無植株死亡；而對照處理 42 株，試驗期間仍有 6 株死亡 (死亡率 14.3%) 。

關鍵詞：褐根病菌 (*Phellinus noxius*)、氮肥、尿素、淹水、殺菌劑、病害防治

緒　言

褐根病 (Brown root rot) 由 *Phellinus noxius* (Corner) G. H. Cunningham 引起[10]，遍佈亞洲、非洲、大洋洲及澳洲等亞熱帶地區，其寄主範圍廣泛，包括果樹、特用作物及林木等，目前全世界有記錄之寄主植物超過 200 餘種[1]。台灣於 1928 年澤田兼吉 (Sawada, K.) 最早記錄 16 種作物受其危害[17]，當時菌名爲 *Fomes lamaensis* (Murr) Sacc. et Trott.)，目前已發現的寄主超過 130 餘種 (species)，爲目前引起我國果樹、木本觀賞植物及林木立枯之最重要病害[1, 2, 3, 4, 6, 7]。爲開發田間病害防治技術，以降低該病害的威脅，必須先明瞭病菌的生態特性，與環境因子對病害發生之影響，在先前試驗中，已於實驗室中篩選出 10 數種對褐根病菌抑制效果佳之藥劑，且已進行初步溫室實驗[18]。本研究旨

在探討不同氮肥及化學藥劑對病害發生及病菌存活的影響，進而規劃防治組合，進行田間防治試驗。

材料與方法

供試菌株與接種源製備

供試菌株 (PNA4.1) 分離自台東縣東河鄉已罹患褐根病之釋迦根部。將供試菌株移殖於馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基 (potato 200g, dextrose 20g, agar 15g, H_2O 1L，PDA)，置於 24℃ 之定溫箱中培養 7 天後，再將菌絲塊 5-10 塊 (av. 7.5 × 7.5 × 2 mm)移入麥粒培養基[13] (500 ml 三角瓶中，加入小麥粒 25 g，燕麥 25 g，蒸餾水 25 ml；過夜後滅菌) 上，於 24℃ 下培養 1 個月後，供爲接種源。不同氮肥對褐根病發病之影響

於直徑 30 cm，高 20 cm 之塑膠盆缽中裝 10 公升之過篩水稻田土壤 (農試所，砂質壤土，pH 5.5) ，土壤中分別施用 10 g 之尿素 ($(NH_4)_2CO_3$) (相當於 1 g/L soil) 、或 5 g 之硝酸鈣 ($Ca(NO_3)_2$) (相當於 0.5 g/L soil) 、硫酸銨 ($(NH_4)_2SO_4$) 、或台肥 5 號複合肥料 (氮 16%，磷酐 8%，氧化鉀 12%，簡稱 16-8-12) ，於盆缽中分別種植 2-3 年生枇杷 (茂木) 、柿子 (正柿) 、梅 (胭脂梅) 、楊桃 (秤錘) 及橫山梨幼苗，種植 3 個月後，於莖基部接種褐根病菌。接種方法：莖基部經 70% 酒精表面消毒，以小刀輕輕刮去基部之表皮(長度約 2 cm，寬度約 1 cm)，在傷口上覆以約 2-3 g 之麥粒菌種，並以透明塑膠布包紮。對照組接種無菌之麥粒培養基。接種之苗木放置於陰涼之網室中，每品種接種 6 株，3 個月與 6 個月後觀察植株之發病情形。此外，並於接種前、接種後以酸鹼測定器 (pH meter) 測量土壤之酸鹼值。實驗重複一次。

淹水、肥料及化學藥劑對褐根病菌存活之影響

將直徑 2-2.5 cm 的茂木枇杷莖採回洗淨，剪成小段 (長 7-10cm)，浸於水中過夜後，再浸於 5 % V-8 蔬菜汁 (V-8 juice) 中 5 分鐘，再分裝於玻璃瓶中 (1 L) 滅菌。供試菌株 PNA4.1 培養於 PDA 培養基 5-7 天，每瓶接種褐根病菌菌絲塊 10 塊，於 24 ℃ 下培養 3 個月。將培養褐根病菌之枇杷莖段取出，每 20 支爲一處理，農藥處理組先將浸於藥劑中 10 min，再埋於含過篩水田土壤之瓦缽中 (含 5 L 土壤) ，並將藥劑灌注於土壤中；其他處理組則將處理物質拌入土中。處理分：1. 5% 三泰芬 (triadimefon L) 2g (相當於 0.4 g/L soil) ；2. 三泰芬 10g (相當於 2 g/L soil) ；3. 25% 撲克拉 (prochloraz L) 2g ；4. 撲克拉10g；5. 尿素2g；6. 尿素 10g；7. 碳酸鈣 10g；8. 有機質 (畜背牛糞堆肥) 100 g (相當於 20 g/L soil) ；9. 淹水；10. 對照，無添加任何物質。土壤爲農業試驗所水稻田土壤，屬黏質壤土，pH6.5，試驗期間保持田土之含水量 (絕對含水量爲 15-20%) 。之後，每隔 10 天取樣一次，一個月後，每隔 1-3 個月取樣一次，每次取樣 3-5 支根段，洗去土壤後，置於半選擇性培養基 (PDA 中含 10 ppm 之 ampicillium，100 ppm 之鏈黴素 (streptomycin sulfate)，及 10 ppm 之 50 % 免賴得可濕性粉劑 (Benomyl)) 上，以測定褐根病菌之存活情形，如果已經檢測不到病菌，則將剩餘枝段全部取回，進行分離作業，以確定病菌全部死亡。此外，爲加強瞭解淹水對褐根菌存活之影響，將埋於土壤中之人工接種病枝於淹水後，逐日測定其存活情形。以上各試驗，均重複 3 次。

田間病害防治

在先前試驗中，發現 5 % 三泰芬可濕性粉劑及25 % 撲克拉乳劑有良好抑制褐根病菌菌絲生長及抑制幼苗褐根病發生之效果[18]。因此，試驗防治資材選擇抑菌能力較佳之尿素與化學農藥 (5 % 三泰芬可濕性粉劑及 25 % 撲克拉乳劑等)，再加入碳酸鈣以提升土壤酸鹼值，在南投水里地區選定一處罹患褐根病之巨峰葡萄園，約 5 分地，種植樹齡 3-5 年生已結果之葡萄樹約 250 株，樹幹直徑約 2.5-4 cm。進行田間防治試驗前，先將已確認罹病植株全數挖除，包括主根與直徑 0.5 cm 以上的細根，將其搬離果園後將其燒毀。試驗分爲 3 種處理，每處理 2 行 (二重複) ：分 1. 每株施用尿素 10 g，碳酸鈣 10 g，5 % 三泰芬可濕性粉劑 10 g，處理 60 株；2. 每株施用尿素 10 g，碳酸鈣 10 g，25 % 撲克拉乳劑 10 ml，處理 55 株；3. 無施藥對照區 42 株。方法爲將藥劑溶於一公升的水中，沿樹冠根圈灌注 (圖一)，每三個月灌注一次，每次施藥前調查發病情形，並於試驗結束時測量供試植株之樹幹直徑，共計進行 2.5 年後評估綜合防治之成效。

結　果

不同氮肥對褐根病發病之影響

種植在施用不同氮肥種類土壤中之果樹苗木，在人工接種褐根病菌後其發病率與發病速度有差異，但果樹種類對發病率及病勢進展之影響較肥料之影響爲大，其中以梨樹苗之發病率最低，楊桃次之，梅樹再次之 (表一)；但無論施用何種氮肥，接種之枇杷苗木在 3 個月內均枯死，而柿苗在 6 個月內也全部枯死，

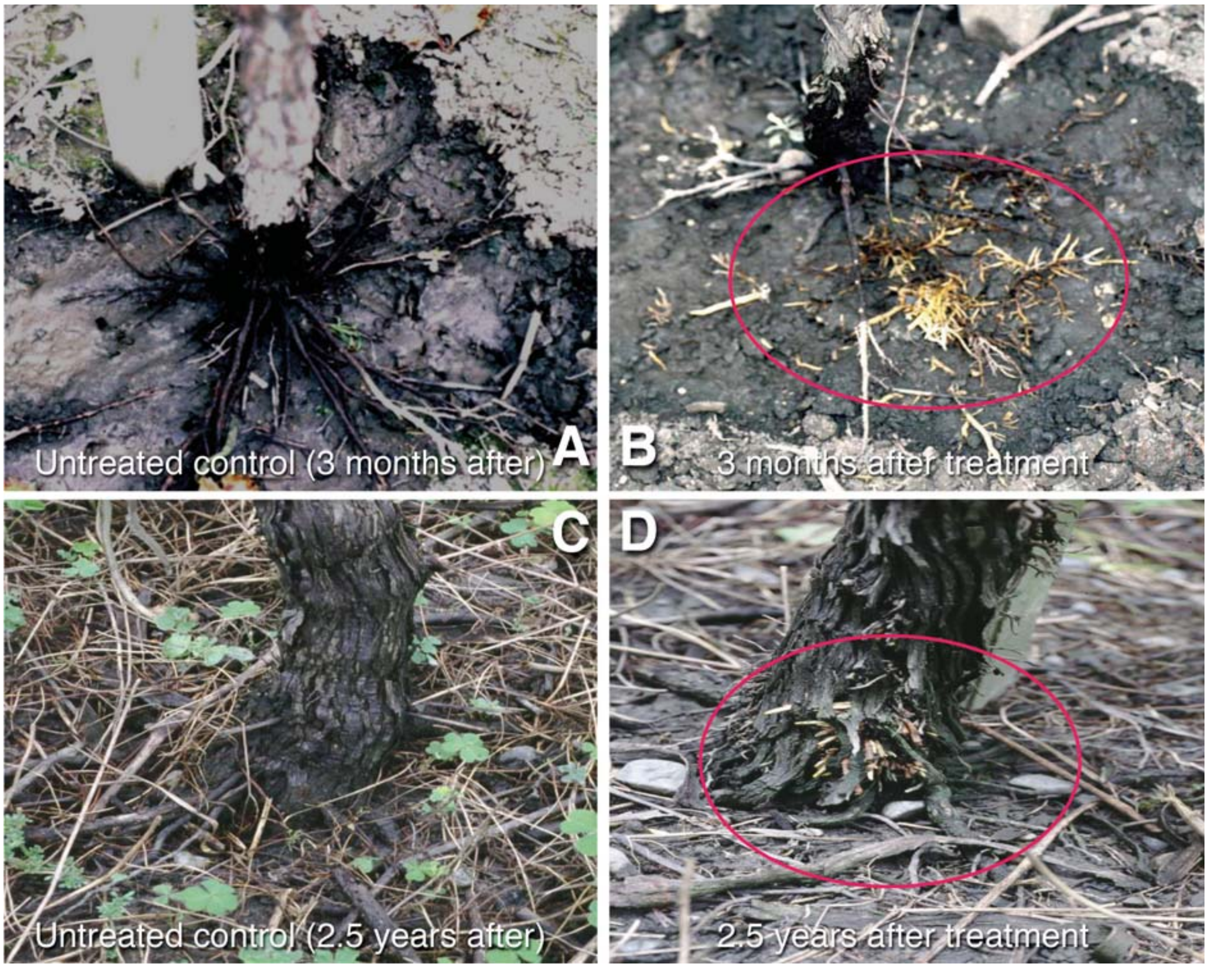
顯示肥料只能略為延緩感病品種之病勢進展而已。但排除枇杷與柿後，比較不同氮肥處理的差異性，則以尿素處理的發病率較低，其病勢進展亦較慢，接種 6 個月後之楊桃苗與梨苗均無發病，胭脂梅苗發病率為 50 % (表一)；其他處理 (包括無施肥者) 則略有差異，發病率在 0-100 % 不等，但均比尿素處理為差，因此選用尿素為後續進行褐根病菌之防治資材之一。此外測定施肥前後之酸鹼度變化，顯示施用尿素與硝酸鈣 6 個月後，可以分別提升土壤酸鹼值從 pH 5.5 到 pH 6.3 與 pH 5.8，而硫酸銨與台肥 5 號氮肥則會分別降低鹼值到 pH 4.0 與 pH 4.2 (表一)。

淹水、尿素及化學藥劑對褐根病菌存活之影響

本試驗重複數次，實驗結果均顯示淹水對褐根病菌之存活殺滅力最大，直徑 2-2.5 cm 的人工接種枇杷枝條在土壤淹水情形下，病菌存活力在第 4 天開始下降至 91.7 %，5 天時迅速降至 16.7 %，第 6 天後即檢測不到病原菌；而添加 2 g/L soil 的尿素之滅菌效果亦甚佳，處理 10 天時，亦檢測不出病原菌；添加尿素 0.4 g/L soil 時，2 個月後亦檢測不到病菌。4 個月時，所有添加三泰芬可濕性粉劑與撲克拉乳劑的處理 (添加量 0.4 g/L 或 2 g/L soil) 亦可完全殺死枝條內的病菌；8 個月時，碳酸鈣的處理亦可完全殺滅病菌，然而處理 12 個月後對照處理仍然有 45 % 的枝條有存活病菌，添加有機質者亦仍有 30 % 之存活率 (表二)。此外，在檢測不到病菌時，接種枝條上均被細菌或木黴菌等纏據 (表二)。

田間病害防治

於南投水里地區一發病的葡萄園進行田間試驗，



圖一、每三個月施用一次三泰芬+尿素+碳酸鈣防治葡萄褐根病之效果。A，C 為對照無施藥處理；B 為施藥後 3 個月植株生長情形；D 為施藥後 2.5 年植株生長情形。

Fig. 1. Effects of treatment of grape vine with 10 g 5% triadimefon + 10 g urea + 10 g $CaCO_3$ for 3 months (Fig. 1B) and every 3 months for 2.5 years (Fig. 1D) showing numerous new fibrous roots on the basal stem (red circle), whereas the untreated stems grew poorly after 3 months (Fig. 1A) and 2.5 years (Fig.1C).

表一、不同肥料對不同果樹褐根病發病之影響

Table 1. Effect of nitrogen fertilizers on control of brown root rot disease of different species of fruit trees

Treatment [1]	Soil pH	% seedlings killed				
		Loquat	Persimmon	Plum	Carambora	Pear
3 months after inoculation						
Urea	6.0-6.2-6.4	100	50	0	0	0
Calcium nitrate	5.2-5.7-6.4	100	67	33	17	0
Ammonia sulfate	3.4-3.8-4.2	100	83	17	33	17
Taiwan fertilizer No. 5 complex	3.2-3.9-4.6	100	67	33	50	0
Control (untreated)	5.5	100	67	17	33	17
6 months after inoculation						
Urea	6.0-6.2-6.4	100	100	50	0	0
Calcium nitrate	5.3-5.8-6.3	100	100	100	17	0
Ammonia sulfate	4.9-4.2-4.3	100	100	83	33	17
Taiwan fertilizer No. 5 complex	3.5-4.0-4.5	100	100	100	50	0
Control (untreated)	5.5	100	100	83	50	17
$LSD_{0.05}$ [2]		0	28.5	32.9	28.5	0

1 For the fertilizer treatment, each pot contained 10 L soil amended with 5 g of fertilizer.

2 LSD (least significant difference) test.

結果以每 3 個月澆灌一次 5 % 三泰芬可濕性粉劑＋尿素＋碳酸鈣各 10 g 之處理效果最好，處理 2.5 年期間並無植株出現褐根病病徵，亦無植株死亡，死亡率 0 % (表三)；25 % 撲克拉乳劑＋尿素＋碳酸鈣處理之效果次之，處理 55 株僅在試驗進行前半年有 2 株罹患褐根病而死亡，接下來 2 年均無植株再繼續發病，死亡率 3.6 %；而對照無施藥處理在試驗進行個 6 月時亦有 2 株死亡，接下來 2 年繼續有 4 株發病死亡，死亡率 14.3 %，與一般田間正常發病速率相仿。此外，施用藥劑之處理其生育亦較佳，樹幹直徑較粗，施用藥劑處理者差異不大，其樹幹直徑(離地面 1 m 處) 平均為 4.3 cm (三泰芬等處理) 與 4.4 cm (撲克拉等處理)，而無施藥處理平均僅 4.0 cm (表三)，尤其施用三泰芬等之處理在藥劑施用 3 個月後，即有新根長出 (圖一)。

討　論

肥料的種類與施用量經常影響作物病害的發生與病勢進展，尤其氮肥的種類對病害發生的嚴重度影響更大 [11]，報告指出施用銨態氮肥後，植物根系會將銨離子 (NH_4^+) 吸收，而釋放出氫離子 (H^+)，易造成土壤酸化，大部分的真菌性土壤病害因而變得更加嚴重。而許多報告指出施用尿素可以降低病害，例如土壤添加尿素可以降低西瓜萎凋病達 5 3% [19]；施用尿素於落葉，可以殺死柑桔油斑病菌 *Mycosphaerella citri* Whiteside 子囊殼與子囊孢子的形成，進而降低該病害之發生 [14]。本研究在褐根病與肥料試驗中，發現弱酸性土壤在每公升土壤施用 1 g 尿素或 0.5 g 硝酸鈣後，可以提升土壤酸鹼值由 pH 5.5 到 pH 6.2 與 pH 5.8，而施用 0.5 g 硫酸銨與台肥 5 號複合肥料，則使土壤酸鹼值下降到 pH 3.8-4.2 與 pH3.9-4.0；在病害發生方面，雖然果樹種類對發病率及病勢進展之影響較肥料之影響為大 (顯示果樹種類之間抗感病性差異甚大 [5])，但排除極為感病之枇杷與柿樹外，比較不同氮肥處理，仍以尿素處理的發病率較低，其病勢進展亦較緩慢，其次為硝酸鈣與硫酸銨之處理，顯示尿素確有提升土壤酸鹼值與降低褐根病發生的效果，但因尿素只能適量施用，施用過量會傷及根系，故如能在調整土壤酸鹼值方面改進，則尿素表現的抑病效果應會更佳。

木材腐朽菌 (wood decay fungi) 在病株殘體內可以存活很久，依殘根的粗細大小，褐根病菌的存活能力可達 5-10 年以上 [1, 8]。由於病菌侵入植物根系，需很強之營養基質，而病菌剛好可依附殘體內營養藉以入侵，因此罹病殘株與殘體必須清除與滅菌，否則重植區、新墾殖區又會重複發病。因此探討如何消滅與抑制殘體內病菌的研究不少，例如Nelson [15, 16] 發現施用尿素於針葉樹根土壤中，可以增加木黴菌而取代人工接種木材上的病原菌—韋氏小木層孔菌 *Phellinus weirii* (Murrill) R. L. Gilbertson (= *Poria weirii* (Murrill) Murrill) (為歐美之檢疫病菌) ，降低其存活能力。在其他木材腐朽菌方面，Johansson 等人 [12] 指出施用尿素於挪威雲杉 (Norway spruce) 與蘇格蘭松 (Scots pine) 的樹

椿，可以降低因 *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. 造成的根部與木頭腐朽，並說明尿素本身並不抑菌，其機制爲尿素被土壤微生物釋放之酵素分解而產生氨氣 (NH_3)，氨氣可以提升土壤酸鹼値，而達到抑菌之效果。在褐根病菌方面，在台灣張氏[9] 報告尿素可以殺滅木頭與土壤中的褐根病菌，但尿素的濃度要達到 3000 ppm 以上才能在一個月內將直徑 3 cm 以下埋於鹼性土壤中感病木頭上的病菌完全殺死，他們指出施用尿素後，土壤中銨離子濃度與微生物族群都大幅增加，並且釋放出氨氣，在酸性土壤中雖然銨離子與微生物亦大幅上升，但無氨氣釋出。在本試驗中，比較尿素與化學農藥對褐根病菌在染病木材中存活之影響，亦獲得相似之結果，雖然使用的土壤爲弱酸性 (pH 6.5)，接種褐根病菌之枇杷病枝 (直徑 2-2.5 cm) 埋在每公升土壤添加 2 g 尿素 (相當於 2000 ppm) 的土壤中 10 天，即檢測不出病原菌。而添加化學藥劑 2 g 與 0.4 g 三泰芬與撲克拉要到 4 個月後才能將木材內的病菌完全殺死，顯示施用尿素比化學農藥的滅菌效果還好，而且對環境的污染較低。不過在吾人之試驗中，當偵測不到病菌時，尿素與三泰芬處理的木材上大都被細菌纏據，而撲克拉與碳酸鈣之處理則都被木黴菌 (*Trichoderma* sp.) 纏據，與 Nelson[15, 16] 的報告略有不同。碳酸鈣添加到土壤中，亦有殺菌效果，但時間緩慢，但因其可提升土壤酸鹼値，如與尿素配合使用，可以增強滅菌效果。

此外，淹水爲一消滅褐根病菌更好的方法，張氏[8] 報告在淹水情形下，人工接種木頭上的褐根病菌存活不到一個月。在吾人多次試驗中，結果亦顯示以土壤淹水處理對褐根病菌之存活殺滅力最大，在土壤淹水第 4 天起，直徑 2-2.5 cm 木頭內的病菌存活力即迅速下降，第 6 天後即檢測不到病原菌。但在田間進行淹水處理有相當的困難度，因爲樹木大部分都不是種在平坦的平地，坡地不易進行淹水作業。縱然在平地上淹水處理宜整塊田大面積進行，但因果園或其他栽培情形下褐根病大都零星發病，要爲死亡之單株進行根部淹水滅菌作業，因灌水後水會很快流失，淹水處理實不容易。因此尿素與化學藥劑仍被選用爲進行褐根病之田間防治資材。

表二、不同肥料、藥劑及淹水處理對枇杷枝條內褐根病菌在土壤中存活的影響

Table 2. Effect of soil treatments with fungicides, fertilizers or flooding on survival of *Phellinus noxius* in diseased loquat stems[1] buried in the soil

Treatment	Concentration (g/L siol)	% survival after							Remark[2]
		Days			Months				
		10	20	30	2	4	8	12	
5% triadimefon wp	0.4	100	100	100	100	0	0	0	Bacteria
5% triadimefon wp	2.0	100	100	100	100	0	0	0	Bacteria
25% prochloraz EC	0.4	100	100	100	75	0	0	0	*Tricoderma*
25% prochloraz EC	2.0	100	100	100	60	0	0	0	*Tricoderma*
Urea	0.4	100	100	12	0	0	0	0	Bacteria
Urea	2.0	0	0	0	0	0	0	0	Bacteria
$CaCO_3$	2.0	100	100	100	60	20	0	0	*Tricoderma*
Cattle manure	20.0	100	100	100	100	75	60	30	
Flooding		0	0	0	0	0	0	0	
Control		100	100	100	100	60	60	45	

1 Loquat stems, 2-2.5 cm in diameter and 7-10 cm long, were artificially inoculated with *Phellinus noxius* for 3 months.

2 Microbes colonized on infected stem tissues.

表三、南投水里地區葡萄褐根病的田間防治結果

Table 3. Control of brown root rot of grapes in a field in Shuili, Natou (1999-2002)

Treatment[1]	Diseased plants/tested plants after (incidence)		Stem diameter[2] (cm)
	6 months	2.5 years	
10 g urea + 10 g $CaCO_3$ + 10 g 5% triadimefon	0/60 (0%)	0/60 (0%)	3.3-4.3-5.2
10 g urea + 10 g $CaCO_3$ + 10 g prochloraz	2/55 (3.6%)	2/55 (3.6%)	3.2-4.4-4.9
Control	2/42 (4.8%)	6/42 (14.3%)	3.3-4.0-5.0

1 Chemicals and fungicide were dissolved in 1 L water and applied to the soil-surface of each tested plant every 3 months.

2 Diameter of basal stem of each plant was measured at 1 m above soil level.

要進行褐根病的田間防治試驗與評估並不容易，多年來終於在南投水里地區找到一處褐根病發病均勻的葡萄園，(發病率約 2-5 %，每年約有 5-10 株植物死亡)，由於葡萄樹年幼 (3-5 年生)，根系甚淺，病株清除容易，施藥較易進行。結果發現每 3 個月每株施用三泰芬＋尿素＋碳酸鈣各 10 g 之處理效果最好，處理2年半期間並無植株再罹患褐根病，亦無其他根部病害發生，而且在藥劑施用 3 個月後，即有新根長出 (圖一)，其生育亦較對照組為佳，樹幹直徑較粗 (表三)，顯示該組合處理能完全抑制褐根病的發生，可以推廣於田間使用。而撲克拉＋尿素＋碳酸鈣處理之效果亦不差，雖然在試驗進行個 6 月內仍有 2 株葡萄植株死亡，但在接下來的 2 年內則無植株再出現病徵，顯示該處理亦能完全抑制褐根病的發生，只是效果較三泰芬等之處理較緩慢，可能與三泰芬能快速促進發根而撲克拉較無此效果有關。碳酸鈣單獨使用時，消滅植株殘體中病菌的效果雖有但較緩慢 (表二)，在實驗中使用碳酸鈣的目的為提升土壤酸鹼值，促進土壤微生物增殖分泌酵素，加速尿素水解釋放氨氣，以殺滅可能存在的褐根病菌。

由本試驗結果看來，雖然罹患褐根病末期的植物無藥可救 (由於植株出現外觀病徵時根部已有 60-70 % 以上受侵染) ，但病情輕微者尚可挽救，不要輕言放棄。而病區內健康植株也可以進行防範作業，杜絕病害侵染，減輕疫情。在發病地區須先將病情嚴重者掘除，以挖土機將直徑 0.5 cm 以上病根完全挖除後燒毀，同時在病株與健株間挖掘深溝以阻隔病原蔓延；重植前，土壤須經滅菌消毒處理，或以其他無病地區的土壤置換。挖除後之根穴可加入高濃度之尿素、化學農藥、碳酸鈣及水，加速尿素水解釋放氨氣，殺滅殘體內病菌，等待3-6 個月後，再重新種植。對病株周圍之健株與病情輕微者，可施用植株可容忍濃度之尿素與鈣化合物，使土壤中微生物族群增加，產生尿素分解酵素，以較緩慢的速度水解尿素，產生較少量的氨氣，殺死接觸的病菌，並可增加植株抵抗力，同時可以灌注對褐根病菌有良好抑制與殺滅效果之三泰芬、撲克拉、滅普寧[18] 等殺菌劑，以增強殺菌效果。

謝 辭

本研究承蒙黃秀華小姐代為尋找試驗地，王姻婷小姐協助試驗進行，特致謝忱。

引用文獻 (LITERATURE CITED)

1. Ann, P. J., Chang, T. T., and Ko, W. H. 2002. *Phellinus noxius* brown root rot of fruit and ornamental trees in Taiwan. Plant Dis. 86: 820-826.
2. Ann, P. J., and Ko, W. H. 1992. Decline of longan trees: Association with brown root rot caused by *Phellinus noxius*. Plant Pathol. Bull. 1:19-25.
3. Ann P. J., Lee, H.L., and Huang, T. C.1999. Brown root rot of ten fruit trees caused by *Phellinus noxius* in Taiwan. Plant Dis.83:746-750.
4. Ann, P. J., Lee, H. L., and Tsai, J. N. 1999. Survey of brown root disease of fruit and ornamental trees caused by *Phellinus noxius* in Taiwan. Plant Pathol. Bull. 8:51-60. (in Chinese with English abstract).
5. Ann, P. J., Tsai, J. N., Wang, I. T., and Hsien, M. L. 1999. Response of fruit trees and ornamental plants to brown root rot disease by artificial inoculation with *Phellinus noxius*. Plant Pathol. Bull. 8:61-66. (in Chinese with English abstract).
6. Chang, T. T. 1992. Decline of some forest trees associated with brown root rot caused by *Phellinus noxius*. Plant Pathol. Bull.1:90-95.
7. Chang, T. T. 1995. Decline of nine tree species associated with brown rot root caused by *Phellinus noxius* in Taiwan. Plant Dis. 79:962-965.
8. Chang, T. T. 1996. Survival of *Phellinus noxius* in soil and in the roots of dead host plants. Phytopathology 86:272-276.
9. Chang, T. T., and Chang, R. J. 1999. Generation of volatile ammonia from urea fungicidal to *Phellinus noxius* in infested wood in soil under controlled conditions. Plant Pathol. 48:337-344.
10. Cunningham, G. H.1965. Polyporaceae in New Zealand. N. Z. Dept. Sci. Ind. Res. Bull. 164:1-304.
11. Huber, D. M., and Watson, R. D. 1974. Nitrogen form and plant disease. Annu. Rev. Phytopathol. 12:139-165.
12. Johansson, S.M., Pratt, J.E., and Asiegbu, F.O. 2002. Treatment of Norway spruce and Scots pine stumps with urea against the root and butt rot fungus *Heterobasidion annosum*-possible modes of action. Forest Ecology and Management 157:87-100.
13. Ko, W. H., Kunimoto, R. K., and Macado, I. 1977. Root decay caused by *Kretzschmaria clavus*: its relation to macadamia decline. Phytopathology 67:18-21.
14. Mondal, S. N., and Timmer, L. W. 2003. Effect of urea, CaCO3, and dolomite on pseudothecial development and ascospore production of *Mycosphaerella citri*. Plant Dis. 87:478-483.
15. Nelson, E. E. 1975. Survival of *Poria weirii* on paired plots in alder and conifer stands. Microbios 12:155-158.
16. Nelson, E. E. 1976. Effect of urea on *Poria weirii* and

soil microbes in an artificial system. Soil Biol. Biochem. 8:51-53.

17. Sawada, K. 1928. Descriptive Catalogue of the Formosan Fungi 4:86. (in Japanese)
18. Tsai. J. N., Ann, P. J., and Hsieh, W. H. 2005. Evaluation of fungicides for suppression of three major wood-decay fungi *Phellinus noxius*, *Rosellinia necatrix* and *Ganoderma australe* in Taiwan. Plant Pathol. Bull.14:115-124. (in Chinese with English abstract)
19. Zhou, X. G., and Everts, K. L. 2004. Suppression of Fusarium wilt of watermelon by soil amendment with hairy vetch. Plant Dis. 88:1357-1365.

ABSTRACT

Tsai, J. N.[1,2], Hsieh, W. H.[1], and Ann, P. J.[2,3] 2008. Effects of nitrogen fertilizers and chemical fungicides on control of brown root rot of tree fruits and grapes caused by *Phellinus noxius*. Plant Pathol. Bull. 17: 119-126. ([1] Department of Plant Pathology, Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan; [2] Plant Pathology Division, Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung, Taiwan; [3] Corresponding author, E-mail: pjann@wufeng.tari.gov.tw)

Brown root rot caused by *Phellinus noxius* is a serious disease of more than hundred species of woody plants in Taiwan. Pot trials were carried out to determine the effects of different types of nitrogen fertilizers on disease development, 2-3-year-old fruit seedlings, of loquat, persimmon, plum, carambora and pear were artificially inoculated with *P. noxius* and planted in pot soil (pH 5.5), amended with urea (1 g/L soil), calcium nitrate (0.5 g/L soil), ammonia sulfate (0.5 g/L soil) or Taifei complex No. 5 (16-8-12) (0.5 g/L soil). Results showed that all of the inoculated loquat and persimmon seedlings were killed by *P. noxius* within 3 and 6 months, respectively for all treatments, whereas none of the pear and carambora seedlings were killed by the pathogen in the urea treatment after inoculation for 6 months. Another study was conducted to determine survival of *P. noxius* in infected stems of loquat buried in soil amended with fungicides, fertilizers, or by flooding. Results showed that treatment of soil with urea at 2.0 g/L soil or flooding of soil for 10 days completely eliminated the pathogen in the stems. For fungicide-amended soils, both 5% triadimefon and 25% prochloraz at 0.4-2 g/L soil could completely kill the pathogen 4 months after treatment. A field trial was carried out on 3-5 year-old grapes in a field naturally infested with *P. noxius* in Shuili, Nantou. Results showed that soil drenching every 3 months with the solution containing 10 g 5% triadimefon+10 g urea+10 g $CaCO_3$ in 1 L of water was the most effective treatment with no infected grapevines developed in all the 60 plants after treating for 2.5 years. In contrast, 6 of 42 (14.3%) tested plants in the untreated control were killed by *P. noxius* in 2.5 years.

Key words: Brown root rot, *Phellinus noxius*, nitrogen fertilizers, urea, flooding, fungicides, disease control.